

武都红土坡滑坡的成因及其防治措施

冯学才 邹谨澈

(国家地震局兰州地震研究所)

1983年12月16日11时至17日7时,甘肃省武都县马街乡上板桥大队发生一次规模较大的滑坡。滑坡南距武都7.5公里,具体位置在北峪河西岸草山梁的东南坡,当地群众称之为“红土坡”。滑坡体对岸是略(阳)武(都)公路里程碑170—171公里地段(图1)。

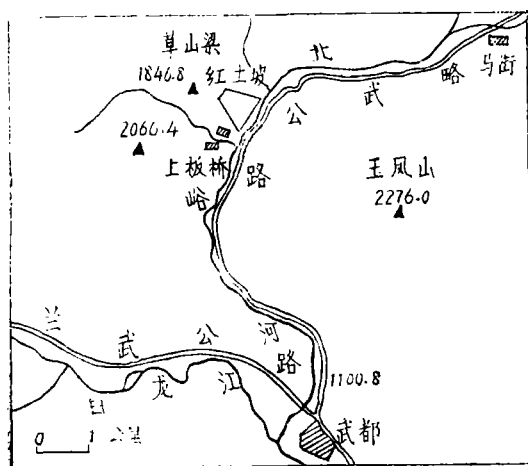


图1 红土坡滑坡体交通位置图

滑坡发生后,我们立即参加甘肃省人民政府和省委组成的滑坡工作组,经过现场考察,研究了红土坡滑坡的性质、成因及稳定性等,并分析了这次滑坡造成的危害程度,提出了应采取的应急措施和处理意见。

一、滑坡概况

1、滑坡发生过程及造成的灾害损失

红土坡滑坡发生的前三天,即12月13日下午4时左右,在滑坡体前缘曾发生一次小规模坍塌,其土方量约100余立方米。12月16日中午11点,上板桥大队书记王彦龙同志首先看到红土坡上部向下滚石头,他立即吆喝正在山坡上放牛、放羊的12名儿童急速将24头牛和羊群赶离红土坡,随即又喊正在北峪河谷内整修水磨引水渠的9名社员撤离。当人们刚刚离开险地,山上乱石滚动,声如雷鸣,尘土飞扬,遮天蔽日,红土坡即从草山梁开始向下急速滑动。滑坡体后缘错动18米,前缘滑移35米,北峪河道被堵塞50余米。此后崩塌和滚石不断发生,直到12月17日晨7时才逐渐平息。

红土坡滑坡体内没有房屋住宅,只有经过农民千辛万苦用石块砌埂修成的水平梯田,地块大小不一,大的不足一亩,小的只有一分,但都有环山小引水渠浇灌,计有水地105亩,旱地28亩,林地54亩。林地种有桑、槐、椿树苗木7.5万余株。这次滑坡使187亩农田、林地全遭毁坏,河边的一座水磨被埋没,山坡上的浇地小水渠和河边上的水磨进水渠都被摧毁。所幸这次滑坡延续时间较长,剧烈滑动前的滑速较慢,故有较宽裕的时间使放牧儿童、修渠民工脱离险境,侥幸避免了人畜的伤亡。

2、滑坡的规模及特征

红土坡滑坡位于草山梁山东南,从草山梁山顶到北峪河谷相对高差达727米,而滑坡体后缘处于草山梁东南坡的半山腰,距河谷相对高差325米。滑坡体上界南北宽270米,下界宽782米,南侧以野狐沟为界,北侧以椿树坪沟为界,形态为上窄下宽的梯形(图2)。初步测算,表面积为25.77万平方米,滑坡体厚度40—50米,推算滑动土石方1.100万立方米。

红土坡滑坡体总体是由西北向东南方向滑动,有明显的次生滑坡和分枝运动的特点。从纵向看,滑体南侧滑向东南,滑动能量较大,出口较低,致使水磨引水渠进水段被推出数十米,河床局部受挤压隆起2—3米,造成河道堵塞;滑体北侧(椿树坪)滑向正南,滑动量次之,出口较高,覆盖了二级阶地,仅向河床推进约20米;中部滑动较小,二级阶地基本保留,虽受覆盖,但还可以看见砌成的石坎,一级阶地未受影响。从横向看,滑坡体的中、上部为主滑段,向下滑动时向两侧挤压,形成60余米宽的变形带,其上布满了雁行式上下错开的地裂缝。滑坡体上布满了大小不一、方向各异的地裂缝、鼓丘与洼地,并有不同形态的“土林”。滑坡体后缘有两个滑坡壁,二者相距50米。上部第一个滑坡壁走向北东 45° ,高18米,坡度 63° ,表面平整光滑,有明显的垂向擦痕。上部风化堆积物向南北两侧推挤,滑坡体高出1.5米,犹如一条“堤坝”,巨大的石块“漂浮”其上。第二个滑坡壁为北东 70° ,呈现为东西向一弧形,为第三系红砂岩、泥岩组成,壁高8—12米,坡度 45° — 52° ,表面平整光滑,亦具明显垂向擦痕。在高压与快速摩擦作用下,形成厚1—2厘米的坚硬薄壳,上面可见石膏结晶体。

红土坡后缘第三系岩层走向近东西,南倾 45° ,与滑坡壁倾向相同。前缘左侧第三系岩层走向北西,北东倾 15° ;右侧岩层走向北西 20° ,南西倾 15° 。从滑坡后壁和前缘的岩性与产状分析,该滑坡为第三系基岩顺层滑坡,属重力推移式,其主滑段在滑坡体的中上部。滑坡体沿第三系红色泥岩层的软弱面,向南东 135° 方向滑动。

二、滑坡成因分析

红土坡滑坡的形成和发展过程说明,特定的地质构造和特殊的岩性是这次滑坡的内在因素,地貌和地形环境是这次滑坡的主要条件,降雨则是滑坡发生的促发因素。

1、地质构造条件。本区位于武都弧的前弧地带,地质构造复杂,断裂构造发育。红土坡处于晚第三纪小型断陷盆地内。该盆地南北两侧均受断层控制,地层产状变化较大,在山坡地带倾角达 30° — 50° ,在河床处为 10° — 15° ,为顺层滑坡的产生创造了有利的构造条件。

2、岩性条件。红土坡滑坡所处的盆地,其基底以志留系硅质灰岩为主,盆地内为上第三系红色、棕红色砂质粘土泥岩、砂岩,厚度20—50米,不整合于志留系之上。地表覆盖着冲积砾石层及次生黄土,厚5—25米。滑床面为上第三系红色泥岩,由于第三系泥岩结构松散,胶结差,岩性软弱,抗剪强度低,吸收水分后呈塑性状态,削弱了内部的摩擦力和积聚性能,加之泥岩有一定的倾斜角度,在重力作用下,便容易发生滑动。据其它地区同类土力学试验资料证明,泥岩的残余内摩擦角最低可达 3° — 5° 。这是红土坡发生滑坡的岩性条件。

3、地形地貌条件。北峪河西岸的草山梁,海拔高程达1,847米,而北峪河谷海拔仅1,120米,相对高差达727米,从滑坡顶到滑坡底坡度角 35° 左右(图3),为侵蚀性的中、高山地貌景观,具有山高、坡陡、谷深的地形条件。上第三系红色岩层产状与山坡倾斜面一致,这就为滑坡发生提供了有利的空间条件,因此北峪河两岸经常发生滑坡。

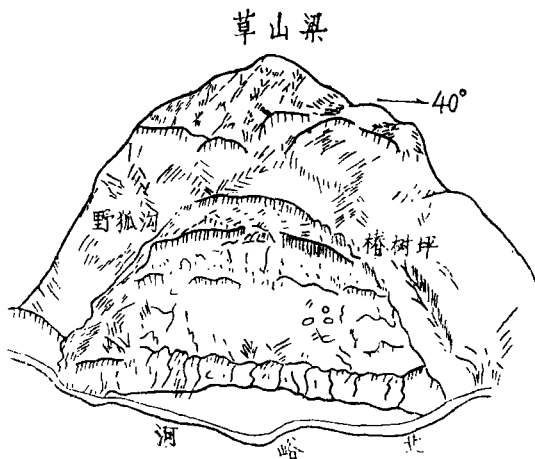


图2 红土坡滑坡体远景素描图

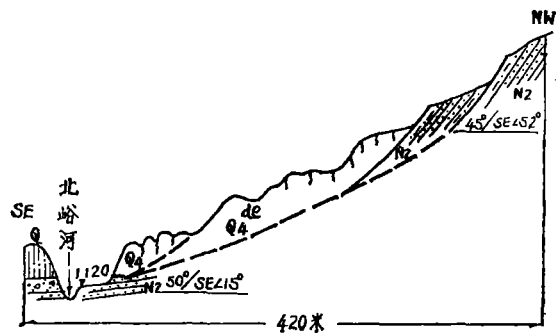


图3 武都红土坡滑坡剖面示意图

东坡又有较大的收水面，这些雨水便沿着已开裂的地裂缝下渗到滑坡床，进一步降低了红色泥岩的抗剪强度，促发了滑坡的发生。

三、滑坡后果及应急措施

红土坡滑坡在12月17日以后，已停止滑动，处于相对稳定阶段。但由于滑移距离短，出口较高，滑后坡度还在40°左右，如遇大暴雨或4级以上地震，还有继续滑动或形成泥石流的威胁。故就滑坡本身而言，损失并不太大，但就对武都城防的威胁来说，是应该引起足够重视的。其危害：一是加快北峪河下游河段的淤积；二是增加了北峪河洪峰流量；三是堵水成湖，溃决成灾。

这次滑坡对其以下的北峪河床内增加的淤积量为15—18厘米，即相当于往常一年的淤积量。如果不发生粘性泥石流，不造成严重危害；如果发生粘性泥石流，则须采取必要的措施。因为北峪河原为稀性泥石流沟，流体中的泥沙含量较大，约占24—36%，现红土坡滑坡部分地堵塞了河道，洪水通过该区时会加大泥沙含量，使北峪河洪峰流量由现在50年一遇的440立方米/秒加大到986立方米/秒，直接威胁武都城的安全。一旦红土坡的滑坡体继续下滑，堵塞了河道，会形成40米高的大坝、蓄水量可达240万立方米；若溃决高度以15米、宽度20米计，则溃坝流量可达1,500立方米/秒，再遇上游洪峰到达，则流量更大，威胁也更大。

为此，必须采取以下的应急措施：

1、下挖河床。北峪河下游直接威胁武都城地段约1,200米，如果下挖1米深、70米宽，总挖方量3.5万立方米，就可扩大北峪河桥下的过水面积，允许通过的流量可提高到1,072立方米/秒，以解除大洪峰对武都城防的威胁。

2、加强监测，建立警报系统。在滑坡下游及城西桥下设立观测站，并与马街水文站相联系，若遇危险洪峰出现，在7.5公里的距离内，可争取25分钟的时间，组织群众撤离。但应制定警报及疏散的规定细则，向群众宣传，并进行演习，达到家喻户晓，才能发挥作用。

3、加固加高河堤。据实测推算，北峪河洪水季节，东岸水位高于西岸1.1米以上，故东岸、西岸河堤均应加固加高，以确保武都城防的安全。

以上仅为目前的应急措施，也是权宜之策。武都地区经常发生滑坡和泥石流灾害，中断交通，堵塞河道，毁坏良田，给人民生命财产造成严重损失。经1983年我们对武都地区的初步考察，即有30余处地面开裂，山体出现大小不一的裂缝，具有发生滑坡的危险。究其原因，主要是本世纪以来，由于人口迅速增长，乱砍乱伐森林和毁林开荒，植被遭到严重破坏，使许多地方变为光山秃岭，水土大量流失，生态平衡被破坏，加剧了滑坡和泥石流的频繁发生。但在武都地区凡有森林覆盖的地区，虽然地质构造、岩性条件、地形地貌和地理环境与滑坡和泥石流地区相

4、外界促发因素。1980年7月14日，该地降了一场百年一遇的大暴雨，据武都县气象资料，一小时降雨量达42.7毫米。据当地农民回忆，山洪爆发时，见房屋一般大的巨型石块从姚水沟（红土坡南侧）内冲入北峪河谷。暴雨后，红土坡上部便产生裂缝，此后，裂缝逐年加长加宽，1982年裂缝宽达30厘米，1983年2月份达60厘米，上下错动1米。由于1983年雨水较多，至11月份，降雨量已达537.3毫米，大于多年平均降雨量467.4毫米的12%。草山梁

青藏高原热融类滑坡发育与水土保持

胡 发 德

(中国科学院成都地理研究所)

号称“世界屋脊”的青藏高原及其邻近山地的广大冰雪冻土区内，热融滑坡十分发育。该区在极高的海拔，特殊的地质地貌、水文气候和植被土壤条件下，风化作用强烈，冰川冰雪融水丰沛，冻土和地下冰热融作用频繁，大小沟壑发育，侵蚀严重，热融滑坡发育、发生普遍，并伴随形成规模巨大的灾害性泥石流。它不仅给青藏高原的交通运输和人民生命财产造成极大危害，而且引起严重的水土流失，给黄河、长江等大江大河上游区各支流带来大量泥沙石块，使生态环境受到严重破坏。

1975年以来，我们在参加青藏铁路选线和横断山综合地理考察中，收集了这方面的资料。据此，试就青藏高原及其邻近山地热融类滑坡发育、形成泥石流的危害与水土保持作一粗浅论述。

一、热融滑坡的危害与分布特征

(一) 热融滑坡的危害

青藏高原热融滑坡的危害相当严重。它可在顷刻之间摧毁前进道路上的一切障碍物，并将成千上万方泥沙石块搬运到公路上、河谷中，造成交通运输堵塞、江河湖泊变形、水质变坏，而且堵沟溃湖后往往形成泥石流，给下游造成巨大灾害。

1、热融滑坡溃湖造成的危害。1954年7月7日凌晨，西藏江孜地区与不丹国边境邻近的色旺湖边一处热融滑坡坠入湖中，成千上万立方米的湖水和泥沙石块破堤奔腾而出，并沿沟侵蚀携带，使下游涅如河、年楚河水位突然猛涨，将河边村庄房屋、农田植被等冲光，这就是历史上有名的西藏“江孜大洪水灾”。

1964年9月26日夜，川藏公路131道班附近的唐不朗沟上游达门拉咳冰湖因热融滑坡溃决，冲出泥沙石块160万立方米，将沟口的川藏公路桥、公路路基、农田村庄全部冲毁，变成了一个“大沙坝”。

1981年6月24日，喜马拉雅山南麓的洛扎县连续近两个月高温后，冰川前端突然发生热融滑坡，使冰川终碛堤溃湖而形成泥石流，将荣达公社—策拉公社间的不少公路桥被冲毁，沿线水磨、电站、水渠、农田、草场、房屋和物资等，均毁于一旦。

同，却很少发生滑坡和泥石流。因此必须坚决执行党中央的号召，大力提倡植树种草，扩大植被覆盖面积，做好水土保持，恢复生态平衡，才是防治滑坡和泥石流灾害的根本性措施。

另外，红土坡滑坡说明，滑坡并不是突然发生，也有一个从量变到质变的过程。两年前红土坡已出现裂缝，大滑动前又有明显的征兆，因之加强向群众宣传滑坡的科普知识，也是可以减少滑坡造成的危害和损失。